

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 13 087 A 1

51 Int. Cl.⁶:
B 60 R 21/32
B 60 R 21/02
G 01 P 15/08

21 Aktenzeichen: 197 13 087.9
22 Anmeldetag: 27. 3. 97
43 Offenlegungstag: 6. 11. 97

DE 197 13 087 A 1

30 Unionspriorität:

8-74819 28.03.96 JP
8-191057 19.07.96 JP

71 Anmelder:

Aisin Seiki K.K., Kariya, Aichi, JP

74 Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

72 Erfinder:

Ito, Koji, Aichi, JP; Shin, Seiichi, Ibaraki, JP; Hattori, Katsu, Nagoya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem

57 Die Erfindung betrifft ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung zum Schutz eines Passagiers in einem Fahrzeug. Das System umfaßt einen Beschleunigungssensor zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs, und einen Analog-Digital-Umsetzer zum Umsetzen eines Ausgangssignals des Beschleunigungssensors in ein die Beschleunigung des Fahrzeugs angegebendes digitales Signal. Ein Wavelet-Transformation-Prozessor transformiert das Ausgangssignal des Analog-Digital-Umsetzers mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten. Die Wavelet-Funktion wird auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem zeitliche Lokalisierung angebenen Verschiebeparameter verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt. Eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung legt eine erste Bedingung fest, wenn der durch den Wavelet-Transformation-Prozessor transformierte Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Wert übersteigt, und integriert das Ausgangssignal des Analog-Digital-Umsetzers über eine vorbestimmte Zeitdauer, um eine Geschwindigkeitsänderung bereitzustellen. Darüber hinaus legt ein Aktuator eine zweite Bedingung fest, wenn die durch die Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung bereitgestellte Geschwindigkeitsänderung ein vorbestimmtes Maß übersteigt. Der Aktuator betätigt die Rückhalte-Einrichtung, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung ...

DE 197 13 087 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 97 702 045/796

27/24

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem zum Schutz eines Passagiers in einem Fahrzeug, wie beispielsweise ein Airbag-System, eine Sicherheitsgurt-Vorspanneinrichtung oder dergleichen, und bezieht sich insbesondere auf ein Rückhaltesystem, welches eine Wavelet-Funktion nutzt, die auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt ist.

Seit kurzem wird ein Luftsack- oder Airbag-System in ein Fahrzeug eingebaut, um als Rückhaltesysteme den Sicherheitsgurt zu unterstützen. Das heißt, der Airbag ist dazu vorgesehen, zusammen mit dem Sicherheitsgurt einen Fahrer bei einem eine vorbestimmte Stärke überschreitenden Frontalaufprall des Fahrzeugs zu schützen. In Übereinstimmung mit einem herkömmlichen Airbag-System wird dann, wenn ein Beschleunigungssensor erfaßt, daß der Frontalaufprall stärker ist als ein vorbestimmtes Schwellenwertniveau, der Airbag im Innern des Lenkrads sofort aufgeblasen, um den dem Fahrer versetzten Stoß oder Schlag zu verringern.

In diesem Rückhaltesystem ist es wichtig, den auf das Fahrzeug wirkenden Stoß genau und schnell zu erfassen, so daß Studien durchgeführt wurden, die darauf abzielten, ein Verfahren zum Erfassen einer Aufprall- oder Stoßkraft, einer Aufprall- oder Stoßbedingung oder dergleichen in Antwort auf ein durch den Beschleunigungssensor erfaßtes Beschleunigungssignal genau zu erfassen. In der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 6-107112 zum Beispiel wird ein Verfahren zum Erfassen der Stärke des Aufpralls mittels des an dem vorderen Abschnitt des Fahrzeugs angeordneten Beschleunigungssensors vorgeschlagen, wobei die Aufprallstärke (d. h. die Stärke der Beschleunigung) in eine Vielzahl von Segmenten aufgeteilt wird, jedes Segment gewichtet wird, die Beschleunigung in jedem Segment mit dem Gewicht jedes Segments multipliziert wird, um einen Integralwert bereitzustellen, und das Rückhaltesystem auf der Grundlage dieses Integralwerts betätigt wird.

In diesem Rückhaltesystem müssen auch der Beschleunigungssensor und ebenso das Verfahren zum genauen Erfassen der Aufprallkraft, der Aufprallbedingung oder dergleichen verbessert werden. In der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 4-358945 zum Beispiel wird vorgeschlagen, eine Kollision auch in dem Fall genau zu erfassen, in dem aufgrund eines Schrägaufpralls, eines Aufpralls auf ein stabförmiges Hindernis oder dergleichen eine große Verzögerung im Ausgangssignal des Beschleunigungssensors aufgetreten ist. Es wird dort ein Aktuator für das Fahrzeug-Rückhaltesystem vorgeschlagen, bei dem der Integralwert des Beschleunigungssignals für eine vorbestimmte Integrationsdauer und ein Differentialwert des Beschleunigungssignals an einem vorbestimmten Zeitpunkt innerhalb der Integrationsdauer summiert werden, um den Aufprall in Abhängigkeit von dem Summationsergebnis zu ermitteln.

In dem US-Patent Nr. 5,185,701 wird vorgeschlagen, ein Verfahren zum Unterscheiden zwischen verschiedenen Arten von Fahrzeugunfällen bereitzustellen, bei dem ermittelt wird, welche Frequenzkomponenten in einem Signal eines Verzögerungssensors bei Auftreten einer Fahrzeug-Unfallbedingung vorhanden sind.

Ferner wird in dem US-Patent Nr. 5,034,891 vorgeschlagen, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum auf elektrische Weise erfolgenden Steuern eines betätigbaren Passagier-Rückhaltesystems bereit zustellen, welches eine mit einer Sensoreinrichtung verbundene Filtereinrichtung beinhaltet zum Bereitstellen eines Signals mit einem Wert, wenn die Sensoreinrichtung ein Signal abgibt, welches bestimmte Frequenzkomponenten enthält.

Weiter wird in dem US-Patent Nr. 5,065,322 vorgeschlagen, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum elektrisch erfolgenden Steuern eines betätigbaren Passagier-Rückhaltesystems bereitzustellen, welches das System nur dann betätigt, wenn ein Frequenzbereich-Summationsalgorithmus das Auftreten eines vorbestimmten Unfalltyps anzeigt.

In dem US-Patent Nr. 5,036,467 wird vorgeschlagen, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum auf elektrische Weise erfolgenden Steuern eines betätigbaren Passagier-Rückhaltesystems vorzuschlagen, bei welchen das System nur dann betätigt wird, wenn ein Frequenzbereich-Integrations- und -Summations-Algorithmus das Auftreten eines vorbestimmten Unfalltyps anzeigt. Als ein Gesichtspunkt der beispielsweise in dem letztgenannten US-Patent offenbarten Erfindung wird ein Verfahren vorgeschlagen zum Steuern der Betätigung eines Passagier-Rückhaltesystems in einem Fahrzeug. Das Verfahren umfaßt die Schritte des Bereitstellens eines elektrischen Vibrationssignals im Zeitbereich, welches Frequenzkomponenten aufweist, die einen Fahrzeugaufprallzustand anzeigen, des Transformierens des elektrischen Zeitbereich-Vibrationssignals über zumindest zwei Zeitintervalle in assoziierte Frequenzbereichsignale, des Integrierens jedes der Frequenzbereichsignale, des Summierens der Integrale der Frequenzbereichsignale, und des Betätigen des Passagier-Rückhaltesystems, wenn die Summe der Integrale der Frequenzbereichsignale anzeigt, daß ein vorbestimmter Unfalltyp aufgetreten ist.

Gemäß den vorstehend beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen zum Erfassen des Aufpralls wurden jedoch der Differenzen- bzw. Differentialwert oder der Integralwert der Beschleunigung (Verzögerung), die Integralwertsumme der bestimmten Frequenz oder dergleichen verwendet, so daß die Zeitkomponente zu Änderungen verschiedener Bedingungen wie z. B. der Aufprallrichtung führen kann, welches in einem Fehler oder einer Verzögerung bei der Erfassung des Aufpralls resultiert, der oder die zur Gewährleistung einer gewünschten Eigenschaft nicht durch eine gewöhnliche Art und Weise der Elimination wie beispielsweise mittels eines Rauschentfernungsverfahrens eliminiert werden können. In den in den vorstehend angegebenen US-Patenten beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen muß die Frequenzkomponente des bei der Kollision verursachten oder erzeugten elektrischen Vibrationssignals identifiziert werden. Infolgedessen ist es, soweit ein zu steuerndes Objekt (target) die Frequenzkomponente enthält, schwierig, jegliches Rauschen vollständig zu entfernen, so daß dies in Abhängigkeit von der Aufprallbedingung zu einer zeitlichen Verzögerung bei der Aufprallermittlung führen kann. Selbst dann, wenn die gut bekannte Fourier-Transformation zur Analyse des Beschleunigungssignals verwendet werden würde, wäre es schwierig, genau die Zeit zu messen, zu der eine bestimmte Frequenzkomponente entsteht, so daß es schwierig wäre, eine genaue Zeit zum Aufblasen des Airbags vorzugeben.

Auf einem Gebiet der Signalanalyse wird als ein Verfahren zum Teilen oder Kombinieren dieser Signale seit kurzem eine Wavelet-Transformation populär, die in unterschiedlichen Gebieten wie beispielsweise denen des Audio, der Anzeige oder dergleichen anwendbar ist, wie in der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 4-275685 offenbart. Es ist bekannt, daß die Wavelet-Transformation ein Verfahren ist zum Teilen eines Eingangssignals in Wavelets als dessen Komponenten, und zum Wiederaussetzen des ursprünglichen Eingangssignals als eine lineare Kopplung der Wavelets. Die Wavelet-Transformation wird wirkungsvoll verwendet zum Analysieren eines instabilen oder un stetigen Zustands, wie z. B. einem Zustandsübergang oder dergleichen, und hat als Basis eine Mutter-Wavelet-Funktion, über welche eine Maßstab- oder Skalentransformation und eine Verschiebetransformation ausgeführt werden. Die Mutter-Wavelet-Funktion ist eine quadratisch integrierbare Funktion, die zeitlich lokalisiert bzw. eine Funktion im Zeitbereich ist, obwohl die Basis diejenige sein muß, die begrenzt ist, oder diejenige, die in einem Entfernungsbereich schnell gedämpft oder abgeschwächt wird. Ferner kann die Mutter-Wavelet-Funktion wirkungsvoll zum Identifizieren einer Position eines singulären Punkts oder Singularitätspunkts verwendet werden, weil sie verschiedene Eigenschaften hat derart, daß die Basis analog ist, daß die Gleichstromkomponente nicht enthalten ist, und daß eine Zerlegerate für die Analyse frei wählbar vorgesehen werden kann.

Daher wurde in der derzeit anhängigen US-Patentanmeldung Nr. 08/621,249 und ihrer entsprechenden japanischen Patentanmeldung, die am 8. Oktober 1996 als japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. 8-258665 veröffentlicht wurde, ein Verfahren vorgeschlagen zum genauen Erfassen des auf das Fahrzeug wirkenden Stoßes oder Aufpralls mittels der Wavelet-Transformation, welches nicht durch Rauschen beeinträchtigt wird und welches von Aufprallbedingungen unabhängig ist. Gemäß diesem Verfahren kann beispielsweise die Stärke des Stoßes, die auftritt, wenn das Fahrzeug mit verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit kollidiert, sehr leicht von der Stärke des Stoßes, die auftritt, wenn das Fahrzeug mit verhältnismäßig hoher Geschwindigkeit kollidiert, unterschieden werden. Wenn sich das Fahrzeug jedoch auf einer unebenen Fahrbahn fortbewegt, enthält das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors in großem Umfang eine vibratorische Komponente. Es muß daher eine große Anzahl von Skalen- oder Maßstabsparametern für die Wavelet-Operation verwendet werden, um zu Zwecken der Fehlerfreiheit die unebene Fahrbahn korrekt zu erfassen oder zu bestimmen. Mit anderen Worten können sich dann, wenn die Wavelet-Transformation durchgeführt wird, um den Wavelet-Koeffizienten bereit zustellen, die Komplexität bei der Ermittlung des Stoßes oder die Komplexität der Berechnung erhöhen. Außerdem wird dann, wenn ein Signal verarbeitet wird, um die Fahrzeugkollision zu ermitteln, das durch den Beschleunigungssensor ausgegebene Analogsignal während einer bestimmten Zeitdauer abgetastet. Falls die Abtastzeit nur grob festgelegt wird, wird sich daher der Wavelet-Koeffizient ändern, so daß aufgrund der Schwankung oder Änderung des Wavelet-Koeffizienten die Gefahr besteht, daß eine gewünschte Leistungsfähigkeit nicht erzielt werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem bereitzustellen, welches wirksame Mittel zum Verringern der Komplexität der Berechnung bei der Erfassung eines auf das Fahrzeug wirkenden Stoßes aufweist.

Darüber hinaus soll die Erfindung die Leistungsfähigkeit bei der Erfassung des Stoßes verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung zum Schützen eines Passagiers in einem Fahrzeug, gekennzeichnet durch: eine Beschleunigungserfassungseinrichtung zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs; eine Analog-Digital-Umsetzeinrichtung zum Umsetzen eines Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung in ein die Beschleunigung wiedergebendes digitales Signal; eine Wavelet-Transformationseinrichtung zum Transformieren eines Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten, wobei die Wavelet-Funktion auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem Verschiebeparameter, der eine Zeitlokalisierung angibt, verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt wird; eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung zum Festlegen einer ersten Bedingung, wenn der durch die Wavelet-Transformationseinrichtung transformierte Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Wert übersteigt, und Integrieren des Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung für eine vorbestimmte Zeitdauer, um eine Geschwindigkeitsänderung bereitzustellen; und eine Betätigungseinrichtung zum Festlegen einer zweiten Bedingung, wenn die durch die Geschwindigkeits-Änderungsberechnungseinrichtung bereitgestellte Geschwindigkeitsänderung ein vorbestimmtes Maß überschreitet, und Betätigen der Rückhalte-Einrichtung, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung erfüllt ist.

Bevorzugt umfaßt das System ferner eine Gewichtungseinrichtung zum Gewichten des Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung, wenn die Beschleunigungserfassungseinrichtung ein Signal mit einer zu einem auf das Fahrzeug wirkenden Stoß entgegengesetzten Richtungskomponente erfaßt.

Das System kann darüber hinaus eine Filtereinrichtung umfassen zum Filtern des Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung, wobei die Wavelet-Transformationseinrichtung derart ausgebildet ist, daß sie das Ausgangssignal der Filtereinrichtung in den Wavelet-Koeffizienten transformiert.

Bevorzugt transformiert die Wavelet-Transformationseinrichtung das Ausgangssignal der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung in Übereinstimmung mit der finiten Impulsantwort in den Wavelet-Koeffizienten.

Die vorstehend genannte Aufgabe wird alternativ gelöst durch ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung zum Schützen eines Passagiers in einem Fahrzeug, gekennzeichnet durch: eine Beschleunigungserfassungseinrichtung zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs; eine Analog-Digital-Umsetzeinrichtung zum Umsetzen eines Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung in ein die Beschleunigung wiedergebendes digitales Signal; eine Fast-Wavelet-Transformationseinrichtung zum Transformieren eines Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten, wobei die Wavelet-Funktion auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in

Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem Verschiebeparameter, der eine Zeitlokalisierung angibt, verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt wird, und wobei die Fast-Wavelet-Transformationseinrichtung das Ausgangssignal der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung in Übereinstimmung mit der infiniten Impulsantwort in den Wavelet-Koeffizienten transformiert; eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung zum Festlegen einer ersten Bedingung, wenn der durch die Fast-Wavelet-Transformationseinrichtung transformierte Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Wert übersteigt, und Integrieren des Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung für eine vorbestimmte Zeitdauer, um eine Geschwindigkeitsänderung bereitzustellen; und eine Betätigungseinrichtung zum Festlegen einer zweiten Bedingung, wenn die durch die Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung bereitgestellte Geschwindigkeitsänderung ein vorbestimmtes Maß überschreitet, und Betätigen der Rückhalte-Einrichtung, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung erfüllt ist.

In dem System kann die Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung durch die Fast-Wavelet-Transformationseinrichtung ersetzt sein.

Die vorstehend genannte Aufgabe wird daher weiter alternativ gelöst durch ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung zum Schützen eines Passagiers in einem Fahrzeug, gekennzeichnet durch: eine Beschleunigungserfassungseinrichtung zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs; eine Analog-Digital-Umsetzeinrichtung zum Umsetzen eines Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung in ein die Beschleunigung wiedergebendes digitales Signal; eine Vielzahl von Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen zum Transformieren eines Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten, wobei die Wavelet-Funktion auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem Verschiebeparameter, der eine Zeitlokalisierung angibt, verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt wird, und wobei jede der Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen das Ausgangssignal der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung in Übereinstimmung mit der infiniten Impulsantwort in den Wavelet-Koeffizienten transformiert; und eine Betätigungseinrichtung zum Betätigen der Rückhalte-Einrichtung, wenn der durch jede der Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen transformierte Wavelet-Koeffizient einen für jede der Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen bereitgestellten, vorbestimmten Wert übersteigt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beige-fügte Zeichnung, in der gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen, näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein vereinfachtes Blockdiagramm, welches einen grundlegenden Aufbau eines Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystems gemäß der Erfindung zeigt;

Fig. 2 eine vereinfachte Zeichnung eines Gesamtaufbaus des Airbagsystems gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm, welches die Funktionsweise des Airbagsystems gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 4 ein Diagramm, welches ein Signal zeigt, das durch eine Frontalkollision eines mit geringer Geschwindigkeit fahrenden Fahrzeugs erzeugt wird, und über welches eine Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 5 ein Diagramm, welches ein Signal zeigt, das durch eine unregelmäßige Kollision eines mit geringer Geschwindigkeit fahrenden Fahrzeugs erzeugt wird, und über welches eine Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 6 ein Diagramm, welches ein Signal zeigt, das durch eine Frontalkollision eines mit hoher Geschwindigkeit fahrenden Fahrzeugs erzeugt wird, und über welches eine Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 7 ein dreidimensional dargestelltes Diagramm eines Beispiels eines Wavelet-Koeffizienten gemäß der Erfindung;

Fig. 8 ein Diagramm, welches den Signalverlauf eines durch einen Beschleunigungssensor ausgegebenen Signals zeigt, wenn sich ein Fahrzeug auf einer unebenen Fahrbahn fortbewegt, in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 9 ein Diagramm, welches ein Signal mit einem Signalverlauf gemäß Fig. 8 zeigt, über welches eine Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 10 ein Diagramm, welches gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gewichtete Signale und Signale gemäß einer zu vergleichenden bekannten Einrichtung zeigt, wenn sich das Fahrzeug auf einer unebenen Fahrbahnoberfläche fortbewegt;

Fig. 11 ein Schaltungsdiagramm eines Filters gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 12A ein Diagramm, welches ein Ausgangssignal eines Beschleunigungssensors zeigt, das gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung einem Filter zugeführt wird;

Fig. 12B ein Diagramm, welches ein Ausgangssignal eines Filters gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 13 ein vereinfachtes Blockdiagramm, welches einen grundlegenden Aufbau eines Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 14 ein Ablaufdiagramm, welches die Funktionsweise des Airbag-Systems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 15 ein vereinfachtes Blockdiagramm, welches ein System mit finiter Impulsantwort zeigt;

Fig. 16 ein vereinfachtes Blockdiagramm, welches ein System mit infiniten Impulsantwort zeigt;

Fig. 17 ein vereinfachtes Blockdiagramm, welches einen grundlegenden Aufbau eines Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 18 ein vereinfachtes Blockdiagramm, welches einen grundlegenden Aufbau eines Fahrzeugpassagier-

Rückhaltesystems gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 19 ein Diagramm, welches ein Signal zeigt, das durch eine Frontalkollision eines mit geringer Geschwindigkeit fahrenden Fahrzeugs erzeugt wird, und welches gemäß der Erfindung einem Beschleunigungssensor zugeführt wird;

Fig. 20 ein Diagramm, welches ein Signal zeigt, das durch eine unregelmäßige Kollision eines mit geringer Geschwindigkeit fahrenden Fahrzeugs erzeugt wird, und welches gemäß der Erfindung einem Beschleunigungssensor zugeführt wird; und

Fig. 21 ein Diagramm, welches ein Signal zeigt, das durch eine Frontalkollision eines mit hoher Geschwindigkeit fahrenden Fahrzeugs erzeugt wird, und welches gemäß der Erfindung einem Beschleunigungssensor zugeführt wird.

In Fig. 1 ist vereinfacht ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Ein Beschleunigungssensor DS ist zum Erfassen einer Beschleunigung eines (nicht gezeigten) Fahrzeugs vorgesehen; und ein Analog-Digital-Umsetzer oder A/D-Umsetzer AD ist zum Umsetzen bzw. Konvertieren des Ausgangssignals des Beschleunigungssensors DS in ein die Beschleunigung des Fahrzeugs angegebendes digitales Signal bereitgestellt. Ein Wavelet-Transformation-Prozessor WF ist bereitgestellt, um das Ausgangssignal des A/D-Umsetzers AD in einen Wavelet-Koeffizienten zu transformieren. Die Wavelet-Funktion ist auf der Grundlage einer Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt, die in Abhängigkeit von einem Maßstab- oder Skalenparameter a skaliert und in Abhängigkeit von einem Verschiebeparameter b , der eine zeitliche Lokalisierung oder Zeitlokalisierung angibt, verschoben ist. Eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung VC ist derart ausgebildet, daß eine erste Bedingung festgelegt wird, wenn der Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Koeffizienten übersteigt, und daß das Ausgangssignal des A/D-Umsetzers AD für eine vorbestimmte Zeitdauer integriert wird. Außerdem ist ein Aktuator bzw. eine Betätigungseinrichtung OM derart ausgebildet, daß eine zweite Bedingung festgelegt wird, wenn die Geschwindigkeitsänderung eine vorbestimmte Geschwindigkeit übersteigt, und daß eine Rückhalte-Einrichtung RD betätigt wird, um den Fahrzeugpassagier bzw. Fahrzeuginsassen zu schützen, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung erfüllt bzw. festgelegt ist. Somit wird mittels der Kombination aus Wavelet-Koeffizient und Geschwindigkeitsänderung die Komplexität der Wavelet-Transformation oder die Komplexität der Berechnung verringert, wenn der Stoß oder Aufprall erfaßt wird.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt die Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit der finiten Impulsantwort (Finite Impulse Response, FIR) wie in Fig. 15 gezeigt. In dem Fall, in dem sich das Fahrzeug auf einer unebenen Fahrbahn fortbewegt, schwingt der Ausgang bzw. das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors DS. Daher umfaßt das System bevorzugt ferner eine Gewichtungseinheit WM zum Gewichten des Ausgangssignals des A/D-Umsetzers AD, wenn der Beschleunigungssensor DS ein Signal mit einer dem auf das Fahrzeug wirkenden Stoß entgegengesetzten Richtungskomponente erfaßt. Mittels der Gewichtungseinheit WM wird das die Fahrzeugbeschleunigung anzeigende Signal, welches nicht zur Ermittlung des auf das Fahrzeug wirkenden Stoßes verwendet wird, gewichtet, so daß die Geschwindigkeitsänderung verringert wird. Demzufolge wird das Schwellenwertniveau zum Ermitteln des Stoßes im Vergleich zu der bekannten Einrichtung abgesenkt und die Dauer zur Ermittlung des Stoßes verkürzt. Das System kann ferner einen (nicht gezeigten) Filter umfassen zum Filtern des Ausgangssignals des Beschleunigungssensors DS, so daß der Wavelet-Transformation-Prozessor WF das Ausgangssignal des Filters in den Wavelet-Koeffizienten transformiert.

Im einzelnen sind die Details des in Fig. 1 offenbarten Ausführungsbeispiels in Fig. 2 veranschaulicht, gemäß der ein Beschleunigungssensor 2 an einem bestimmten Platz, beispielsweise einem Mittenabschnitt eines Fahrzeugs 1, angeordnet und elektrisch mit einer elektronischen Steuereinheit 3 zum Steuern einer Airbag-Einrichtung 4 verbunden ist. Die Airbag-Einrichtung 4 beinhaltet ein Paar von Airbags BF, BL, die in Fig. 2 durch doppelt gepunktete Linien in ihrem aufgeblasenen Zustand gezeigt sind, und Aufblasvorrichtungen 51, 52 zum Aufblasen derselben. Der Beschleunigungssensor 2 ist so angeordnet, daß er ein Signal in Abhängigkeit von einer Beschleunigung (oder einer Verzögerung) des Fahrzeugs 1 ausgibt. Im Hinblick auf den Beschleunigungssensor 2 können beliebige Sensortypen verwendet werden, wie beispielsweise ein Sensor mechanischer Bauart, der einen Massenrotor verwendet, ein Sensor, der einen aus einem Halbleiter gefertigten Dehnungsmesser aufweist oder dergleichen, vorausgesetzt, daß diese die Beschleunigung angegebende elektrische Signale ausgeben. Es kann auch ein Sensor verwendet werden, der dann, wenn eine Fahrzeugkollision aufgetreten ist, ein Signal nur in dem Fall ausgibt, in dem die Verzögerung des Fahrzeugs 1 den Wert erreicht, der einer Aufprallkraft größer als ein vorbestimmtes Maß entspricht. In Bezug auf das durch den Beschleunigungssensor 2 ausgegebene Signal hat das Beschleunigungssignal einen negativen Wert, während das Verzögerungssignal, welches im Fall der Fahrzeugkollision erzeugt wird, einen positiven Wert hat. Die Fig. 19 bis 21 veranschaulichen eine Ausgangscharakteristik- bzw. Kennlinie des Beschleunigungssensors 2, welcher kontinuierliche analoge Signale ausgibt. Fig. 19 zeigt seine Charakteristik in dem Fall, in dem eine Frontalkollision verursacht wurde, während sich das Fahrzeug 1 mit einer verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit fortbewegte, so daß die Airbag-Einrichtung 4 außer Betrieb war. Fig. 20 zeigt seine Charakteristik in dem Fall, in dem eine versetzte Kollision oder eine schräg verlaufende Kollision bzw. ein Schrägaufprall verursacht wurde. In diesem Fall müssen die Airbags BF, BL aufgeblasen werden. Fig. 21 zeigt seine Charakteristik in dem Fall, in dem eine Frontalkollision verursacht wurde, während sich das Fahrzeug 1 mit hoher Geschwindigkeit fortbewegte. In diesem Fall sind die Airbags BF, BL so angeordnet, daß sie in Abhängigkeit von der Stärke der Kollision aufgeblasen werden. Wenn das Fahrzeug 1 auf einer unebenen Fahrbahn fährt, schwingt der Ausgang bzw. das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors 2 wie in Fig. 8 gezeigt. In diesem Fall darf die Airbag-Einrichtung 4 nicht betätigt werden, um eine Fehlfunktion zu vermeiden.

Der Beschleunigungssensor 2 ist derart mit der elektronischen Steuereinheit 3 verbunden, daß das Ausgangs-

signal des Beschleunigungssensors 2 durch einen A/D-Umsetzer 10 einem Mikrocomputer 20 zugeführt wird. Eine Zündsteuerschaltung 30 ist mit dem Mikrocomputer 20 verbunden und wird durch diesen derart angesteuert, daß eine Zündeinrichtung 40 durch die Zündsteuerschaltung 30 gesteuert wird. Die Zündeinrichtung 40 beinhaltet Zündkapseln 41 und 42, welche die Aufblasvorrichtungen 51 und 52 zünden, um den Airbag BF, der im Lenkrad untergebracht ist, bzw. den Airbag BL, der sich im Armaturenbrett vor dem Beifahrersitz befindet, aufzublasen. Der Mikrocomputer 20 ist auf herkömmliche Art und Weise aufgebaut, so daß ein Eingangsport 21, eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) 22, ein Nurlese-Speicher (ROM) 23, ein Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) 24, ein Ausgangsport 25 etc. durch einen gemeinsamen n Bus miteinander verbunden sind. Ein Signal wird über den A/D-Umsetzer 10 in den Eingangsport 21 geführt, in der CPU 22 weiterverarbeitet und dann am Ausgangsport 25 an die Zündsteuerschaltung 30 ausgegeben. In dem Mikrocomputer 20 speichert das ROM 23 ein Programm entsprechend Ablaufdiagrammen gemäß Fig. 3, führt die CPU 22 das Programm aus, während ein (nicht gezeigter) Zündschalter geschlossen ist, und speichert das RAM 24 temporär veränderliche Daten, die zur Ausführung des Programms benötigt werden.

Die Zündsteuerschaltung 30 beinhaltet Schalttransistoren wie beispielsweise 31 und 32, die in Antwort auf Ausgangssignale aus dem Mikrocomputer 20 ein- oder ausgeschaltet werden, um dadurch die Zündkapseln 41, 42 in der Zündeinrichtung 40 zu erwärmen. Die Aufblasvorrichtungen 51, 52 sind in dieser zusammen mit den entsprechenden Zündkapseln 41, 42 bereitgestellt und auf gleiche Weise aufgebaut. In jeder der Aufblasvorrichtungen 51, 52 wird dann, wenn die entsprechende der Zündkapseln 41, 42 erwärmt wird, ein in der Zündkapsel enthaltenes (nicht gezeigtes) Zündmittel gezündet, so daß sich Feuer oder ein Funke unmittelbar in ein (nicht gezeigtes) Gaserzeugungsmittel, welches eine große Gasmenge (z. B. Stickstoffgas) erzeugt, ausbreitet. Die Aufblasvorrichtungen 51, 52 sind vorgesehen, um das Gas in die Airbags BF bzw. BL zu leiten. Die Struktur und die Funktion jeder der Aufblasvorrichtungen, Airbags etc. sind im wesentlichen gleich denen, die in bereits auf dem Markt befindlichen Airbag-Systemen eingesetzt werden, so daß eine detaillierte Erklärung derselben entfallen kann.

Gemäß dem Verfahren zum Erfassen des auf das Fahrzeug 1 wirkenden Stoßes gibt der Beschleunigungssensor 2 das Beschleunigungssignal aus, über welches die Wavelet-Transformation ausgeführt wird. D.h., es wird — als eine Basis — eine Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt, die in Bezug auf zumindest eine "Zeit"-Domäne lokalisiert ist, wie etwa eine Gabor-Funktion oder dergleichen. Dann wird mittels einer Wavelet-Funktion, die auf der Grundlage der Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt wird, die Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit einem (nachstehend als a angegebenen) Skalenparameter, der in Abhängigkeit von dem Typ des Fahrzeugs 1 festgelegt wird, und einem (nachstehend als b angegebenen) Verschiebeparameter, d. h. einer zeitlichen Verschiebung, durchgeführt. In anderen Worten ausgedrückt wird die Mutter-Wavelet-Funktion in Übereinstimmung mit dem Skalenparameter a mit dem Faktor "a", maßstabstransformiert, um die Wavelet-Funktion bereitzustellen, durch welche das Signal in Übereinstimmung mit dem Verschiebeparameter b in einen Wavelet-Koeffizienten $F(a, b)$ transformiert wird. Dann wird ein bestimmter Skalenparameter für einen vorbestimmten Referenz-Skalenparameter a_1 festgelegt. Auf der Grundlage des Zustands des Wavelet-Koeffizienten $F(a, b)$ in bezug auf zumindest den Referenz-Skalenparameter a_1 oder auf der Grundlage des Zeitpunkts zum Generieren desselben wird die Aufprallbedingung (Stärke, Richtung oder dergleichen) ermittelt. D.h., Referenzen zum Ermitteln der Stärke, der Richtung oder dergleichen (z. B. ein vorbestimmter Pegel F_0) können für bzw. gegen den in bezug auf den Referenz-Skalenparameter a_1 transformierten Wavelet-Koeffizienten $F(a_1, b)$ bereitgestellt sein. Der Wavelet-Koeffizient $F(a_1, b)$ wird zum Zeitpunkt des Ermitteln der Aufprallbedingung mit der Referenz F_0 verglichen. In Abhängigkeit von dem Resultat dieses Vergleichs wird das die Aufprallbedingung oder den Aufprallzustand angegebende Signal ausgegeben.

Nachstehend wird die Definition der hierin verwendeten Wavelet-Transformation erklärt. Die Basis der Wavelet-Transformation wird als Mutter-Wavelet-Funktion $h(t)$ bezeichnet, welches eine quadratisch integrierbare Transformationsfunktion ist, deren Norm normiert bzw. normalisiert wurde, und die zumindest in einem Zeitbereich bzw. einer Zeit-Domäne lokalisiert ist. Diese Mutter-Wavelet-Funktion $h(t)$ kann als diejenige Funktion definiert sein, die die nachstehende Formel (1), die anzeigt, daß eine Gleichstromkomponente (oder ein Mittelwert) des Signals Null ist, erfüllt:

$$\hat{h}(0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int h(t) dt = 0 \quad \dots \quad (1)$$

Dann wird die Wavelet-Funktion bereitgestellt durch afaches Skalieren der Mutter-Wavelet-Funktion und nachfolgendes Versetzen oder Verschieben ihres Ursprungspunkts um b in Übereinstimmung mit der nachstehenden Formel (2):

$$h_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} h\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad \dots \quad (2)$$

Unter der Annahme, daß eine zu analysierende Funktion $f(t)$ ist, ist daher die Wavelet-Transformation wie in der nachstehenden Formel (3) gezeigt definiert:

$$F(a, b) \equiv \langle h_{a,b}(t), f(t) \rangle$$

$$\equiv \int h_{a,b}^*(t) f(t) dt \quad \dots \quad (3),$$

in der $F(a, b)$ einen Wavelet-Koeffizienten, $\langle \rangle$ ein inneres Produkt und $*$ eine komplex Konjugierte bezeichnen.

Die zum Analysieren von irgendetwas verwendete Wavelet-Funktion wird Analyse-Wavelet (Mutter-Wavelet-Funktion) genannt, wofür die Gabor-Funktion oder dergleichen verwendet wird. Morlet's Wavelet beispielsweise, welche eine der Gabor-Funktionen ist und welche in der nachstehenden Formel (4) definiert ist, ist als dasjenige Analyse-Wavelet bekannt, welches zum Analysieren eines Signals mit einer Singularität derart, daß ein Differenzenkoeffizient diskontinuierlich ist, geeignet ist:

$$h(t) = \exp(-j\omega_0 t) \exp\left(\frac{-t^2}{2}\right), \quad \omega_0 = 5 \sim 6 \quad (4)$$

In Übereinstimmung mit dem vorstehend beschriebenen Verfahren zum Erfassen des Aufpralls oder Stoßes durch die Wavelet-Transformation muß jedoch eine große Anzahl von Skalenparametern bereitgestellt werden, so daß die Wavelet-Transformation für jeden der Skalenparameter, beispielsweise die Skalenparameter a_1, a_2 , etc. erfolgen muß. Infolgedessen nimmt die Komplexität bei der Durchführung der Wavelet-Transformation zu. In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung und ihren Ausführungsbeispielen wird daher auch die Geschwindigkeitsänderung zur Ermittlung des Aufpralls oder Stoßes durch die Wavelet-Transformation herangezogen, um die Komplexität bei der Durchführung der Wavelet-Transformation zu verringern und dadurch die Aufprall- oder Stoßermittlung zu verbessern.

Die durch die elektronische Steuereinheit 3 zum Steuern des Airbag-Systems ausgeführte Programmroutine wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben. Die dem Ablaufdiagramm gemäß Fig. 3 entsprechende Programmroutine beginnt, wenn ein (nicht gezeigter) Zündschalter) eingeschaltet wird; das Programm wird mit einem vorbestimmten Zyklus (beispielsweise 0,5 ms) wiederholt. Wenn die Steuereinheit 3 mit Energie versorgt ist, sorgt das Programm in einem Schritt 101 für eine Initialisierung des Systems, um verschiedene Daten, die bei der Aufprallermittlung verwendet werden, zu löschen, und stellt vorbestimmte Anfangswerte bereit. Dann schreitet das Programm zu einem Schritt 102 fort, in welchem ein Beschleunigungssignal $G(t)$, welches proportional zu dem Betrag oder der Stärke der Beschleunigung generiert wird, durch den Beschleunigungssensor 2 ausgegeben wird. Wenn beispielsweise das Fahrzeug 1 kollidiert und dadurch der Aufprall oder Stoß erzeugt wird, gibt der Beschleunigungssensor 2 das eine verhältnismäßig große Verzögerung anzeigende Beschleunigungssignal $G(t)$ aus, welches für die Aufprallermittlung herangezogen wird.

Sodann schreitet das Programm zu einem Schritt 103 fort, in welchem das durch den Beschleunigungssensor 2 ausgegebene Signal durch den A/D-Umsetzer 10 in ein digitales Signal konvertiert wird, um dem Mikrocomputer 20 in beispielsweise der Form der vorstehend erwähnten Funktion $f(t)$ zugeführt zu werden. Dann wird in einem Schritt 104 die Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit einem Verschiebeparameter b (nachstehend als eine Zeitlokalisierung b bezeichnet) und einem vorbestimmten Skalenparameter a (nachstehend als eine Skala a bezeichnet) derart durchgeführt, daß ein Wavelet-Koeffizient $F(a, b)$ berechnet wird. Mit anderen Worten werden die Funktion $f(t)$ und die Mutter-Wavelet-Funktion konvolviert bzw. gefaltet, um die Produktsumme zu berechnen (siehe Formel (3)). D.h., der Prozeß der finiten Impulsantwort (Finite Impulse Response, FIR) wird wie in Fig. 15 gezeigt durchgeführt. Der Wavelet-Koeffizient $F(a_1, b)$ wird in Bezug auf den vorbestimmten Referenz-Skalenparameter a_1 berechnet. Darüber hinaus wird der Wavelet-Koeffizient $F(a_1, b)$ mit einem vorbestimmten Schwellenwertniveau F_0 verglichen. Die Häufigkeit oder Frequenz der Berechnungen wird in Übereinstimmung mit dem Skalenparameter a und einer Abtastzeit festgelegt. In Übereinstimmung mit dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Produktsumme für das durch den Beschleunigungssensor 2 ausgegebene Signal (ein Datum) 33mal berechnet und zeitlich sequentiell verschoben, um den Wavelet-Koeffizienten zu erhalten.

Die Fig. 4 bis 6 veranschaulichen Beispiele des Wavelet-Koeffizienten $F(a, b)$ in Übereinstimmung mit der Wavelet-Analyse in dem Fall, in dem verschiedene Stöße auf das Fahrzeug 1 einwirken, und Fig. 9 veranschaulicht ein Beispiel des Wavelet-Koeffizienten $F(a, b)$, wenn sich das Fahrzeug 1 auf einer unebenen Fahrbahn fortbewegt. Der Wavelet-Koeffizient $F(a, b)$ kann dreidimensional wie in Fig. 7 gezeigt dargestellt werden. In jeder Figur ist der Skalenparameter a logarithmisch angegeben. Keine Figur entspricht direkt einem der Beispiele gemäß den Fig. 8 und 19 bis 21. Die Skalen a_1 und a_2 sind Beispiele, die als Referenzdaten festgelegt werden, welche für die Wavelet-Transformation bereitgestellt werden, die in Übereinstimmung mit dem Ablaufdiagramm gemäß Fig. 3 durchgeführt wird; in Abhängigkeit von der Information über die vorstehend erwähnten Schwingungseweiterleitungssysteme (Charakteristiken abhängig von der Art des Fahrzeugs 1) können verschiedene Werte festgelegt werden.

Erneut Bezug auf Fig. 3 nehmend, schreitet das Programm dann, wenn in einem Schritt 105 ermittelt wird, daß der Wavelet-Koeffizient $F(a_1, b)$ größer ist als das Schwellenwertniveau F_0 , zu einem Schritt 106 und andernfalls zu einem Schritt 107 fort. In Schritt 107 wird ermittelt, ob der Wavelet-Koeffizient $F(a_2, b)$ in Bezug auf die Skala a_2 ($a_2 > a_1$) größer ist als das Schwellenwertniveau F_1 . Falls der Wavelet-Koeffizient $F(a_2, b)$ das Schwellenwertniveau F_1 übersteigt, schreitet das Programm zu Schritt 106 fort (entsprechend einer ersten Bedingung), in

dem ein Airbag-Flag gesetzt wird, um die Airbag-Vorrichtung 4 zu betätigen. Andernfalls schreitet das Programm zu einem Schritt 108 fort, in dem weiter ermittelt wird, ob das Ausgangssignal $G(t)$ des Beschleunigungssensors 2 einen negativen Wert hat, d. h., wenn das die Beschleunigung anzeigende Signal generiert wird, dem die Verzögerung anzeigenden Signal, welches generiert wird, wenn die Fahrzeugkollision auftritt, entgegengesetzt ist.

Falls das Ausgangssignal $G(t)$ einen negativen Wert hat, schreitet das Programm zu einem Schritt 110 fort, in welchem das Ausgangssignal $G(t)$ gewichtet wird, indem es mit einem vorbestimmten konstanten Wert K multipliziert wird, um $G'(t) (=K \cdot G(t))$ bereitzustellen. Wenn das Ausgangssignal $G(t)$ das die Verzögerung anzeigende Signal ist, wird es nicht gewichtet, sondern das Programm schreitet zunächst zu einem Schritt 109 fort, um $G'(t) = G(t)$ bereitzustellen, und dann zu einem Schritt 111 fort. Somit wird in dem Fall, in dem das Beschleunigungssignal, welches nicht anzeigt, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit abnimmt, durch den Beschleunigungssensor 2 ausgegeben wird, das Signal wie durch eine ausgezogene Linie in Fig. 10 gezeigt gewichtet; eine gestrichelte Linie deutet dort eine bekannte Vorrichtung an. Daher kann in dem Fall, in dem das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors 7 wie in Fig. 8 gezeigt schwingt, wenn sich das Fahrzeug 1 auf beispielsweise der unebenen Fahrbahn fortbewegt, die Empfindlichkeit des Rückhaltesystems verringert werden, um eine Fehlfunktion des Systems zu vermeiden.

In Schritt 111 wird durch Integrieren des Werts $G'(t)$ während einer vorbestimmten Zeitdauer (beispielsweise 30 ms) eine Geschwindigkeitsänderung ΔV berechnet. Somit schwankt die Geschwindigkeitsänderung ΔV mit der Zeit. In dem Fall, in dem das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors 2 anzeigt, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt, d. h. der Fahrzeuggeschwindigkeit-Abnahmerichtung entgegengesetzt ist, wird das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors 2 in der Beschleunigungsrichtung gewichtet, so daß die Geschwindigkeitsänderung ΔV verringert wird. Infolgedessen kann ein Schwellenwertniveau zum Ermitteln des Stoßes im Vergleich zu der bekannten Einrichtung niedriger eingestellt werden, um das Rückhaltesystem früher als bei der bekannten Einrichtung zu aktivieren. In einem Schritt 112 wird ermittelt, ob die Geschwindigkeitsänderung ΔV gleich oder größer ist als ein vorbestimmtes Niveau V_0 . Falls dies bestätigt wird, schreitet das Programm weiter zu einem Schritt 113 fort, in dem ermittelt wird, ob das Airbag-Flag gesetzt worden ist. Falls die Geschwindigkeitsänderung ΔV kleiner ist als das vorbestimmte Niveau V_0 , kehrt das Programm zu Schritt 102 zurück. Wenn ermittelt wird, daß das Airbag-Flag gesetzt worden ist (entsprechend einer zweiten Bedingung), schreitet das Programm zu einem Schritt 114 fort oder kehrt andernfalls zu Schritt 102 zurück, um die vorstehend beschriebenen Schritte zu wiederholen.

In Schritt 114 wird ein Signal zum Betätigen der Airbag-Einrichtung 4 ausgegeben. D.h., wenn die erste und die zweite Bedingung erfüllt sind, werden die Transistoren 31, 32 eingeschaltet, um die Zündkapseln 41, 42 zu erwärmen. Demzufolge wird das (nicht gezeigte) Zündmittel in jeder der Aufblasvorrichtungen 51, 52 gezündet, um die Wärme in das (nicht gezeigte) Gaserzeugungsmittel zu leiten, welches eine große Menge an Stickstoffgas erzeugt. Die Airbags BF, BL werden durch das Stickstoffgas sofort aufgeblasen und breiten sich vor dem Fahrzeuglenker bzw. dem Beifahrer aus, woraufhin das Programm mit Schritt 115 endet.

In dem Fall, in dem die Wavelet-Transformation bei der Erfassung des Aufpralls wie vorstehend beschrieben verwendet wird, wird bevorzugt ein Tiefpaßfilter LPF mit Kondensatoren C_0 , C_1 und einem Widerstand R verwendet, wie in Fig. 11 beispielhaft gezeigt. Wenn das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors 2 wie in Fig. 12A gezeigt das Tiefpaßfilter LPF passiert, wird das durch das Tiefpaßfilter LPF ausgegebene Signal gleich dem in Fig. 12B gezeigten, so daß dann, wenn das Signal gemäß Fig. 12B für die Wavelet-Transformation verwendet wird, die Streuung aufgrund der Schwankung der Abtastzeitdauer verringert wird. Außerdem wird dann, wenn die Wavelet-Transformation auf das Signal, welches das Tiefpaßfilter LPF passiert hat, angewandt wird, die Erfassung des Aufpralls verbessert und eine höhere Leistungsfähigkeit bereitgestellt. Das Filter LPF kann entweder durch Hardware oder Software ausgebildet sein.

Fig. 13 veranschaulicht ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, und Fig. 14 ist ein Ablaufdiagramm, welches die Funktionsweise des zweiten Ausführungsbeispiels zeigt. Gemäß Fig. 13 weist ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem eine Rückhalte-Einrichtung RDV auf zum Schutz eines Passagiers in einem (nicht gezeigten) Fahrzeug. Das System beinhaltet einen Beschleunigungssensor DSV zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs, und einen A/D-Umsetzer AD' zum Umsetzen eines Ausgangssignals des Beschleunigungssensors in ein digitales Signal, welches die Beschleunigung des Fahrzeugs angibt. Ein Fast-Wavelet-Transformation-Prozessor WF' ist derart ausgebildet, daß er in Übereinstimmung mit der infiniten Impulsantwort (Infinite Impulse Response, IIR) ein Ausgangssignal des A/D-Umsetzers AD' mittels der Wavelet-Funktion in den Wavelet-Koeffizienten transformiert. Eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung VC' ist derart ausgebildet, daß eine erste Bedingung festgelegt wird, wenn der durch den Fast-Wavelet-Transformation-Prozessor WF' transformierte Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Wert übersteigt, und daß das Ausgangssignal des A/D-Umsetzers AD' für eine vorbestimmte Zeitdauer integriert wird, um eine Geschwindigkeitsänderung bereitzustellen. Darüber hinaus ist ein Aktuator OM' derart ausgebildet, daß eine zweite Bedingung festgelegt wird, wenn die durch die Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung VC' bereitgestellte Geschwindigkeitsänderung ein vorbestimmtes Niveau übersteigt, und daß die Rückhalte-Einrichtung RD' aktiviert wird, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung erfüllt sind. In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt daher die Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit dem IIR-System, und kann die Komplexität der Berechnung im Vergleich zu der Komplexität der Berechnung in Übereinstimmung mit dem FIR-System verringert werden.

In Fig. 14 sind Schritte 201 bis 203 im wesentlichen gleich den Schritten 101 bis 103 gemäß Fig. 3, und Schritte 207 bis 211 sind im wesentlichen gleich den Schritten 111 bis 115 gemäß Fig. 3. In diesem Ausführungsbeispiel wird in Schritt 204 eine schnell Wavelet-Transformation oder Fast-Wavelet-Transformation durchgeführt, welche anstelle des in Fig. 15 gezeigten FIR-Systems ein IIR-System gemäß Fig. 16 verwendet und in Überein-

stimmung mit der nachstehenden Formel (5) abläuft:

$$F'_{a,b}(nt) = a_0 f(nt) + a_1 f[(n-1)t] \dots + a_N f[(n-N)t] + b_1 F'_{a,b}[(n-1)t] + b_2 F'_{a,b}[(n-2)t] \dots + b_M F'_{a,b}[(n-M)t] \quad (5)$$

Wenn die Ordnung der vorstehenden Formel in diesem Ausführungsbeispiel auf 4 festgelegt wird, wird die Berechnung der Produktsumme 9mal ausgeführt. Demgemäß wird die Berechnungszeit verkürzt, um den schnellen Ablauf zu ermöglichen, wird der Speicherbedarf zum Speichern des Ergebnisses verringert, und kann im wesentlichen dieselbe Leistungsfähigkeit wie bei dem FIR-System erhalten werden, wie nachstehend gezeigt:

Kollisionsart	Erfassungszeit (ms)	
	Beispiel 1	Beispiel 2
12 km/h frontal	Aus	Aus
20 km/h frontal	35	36
25 km/h schräg	26	27
50 km/h frontal	13	15
unebene Fahrbahn	Aus	Aus

In der vorstehenden Tabelle, in der die Erfassungszeit für jede Kollisionsart zwischen einem Beispiel 1, in dem die Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit dem FIR-System durchgeführt wird, und einem Beispiel 2, in dem die Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit dem IIR-System durchgeführt wird, verglichen wird, sind die Antworteigenschaften nahezu dieselben, während das Rückhaltesystem in beiden Beispielen weder bei Geschwindigkeiten kleiner als 10 km/h noch im Falle einer unebenen Fahrbahn arbeitet. Somit ist die Belastung durch die Berechnung in dem IIR-System kleiner als die Belastung durch die Berechnung in dem FIR-System.

Fig. 17 veranschaulicht ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, und Fig. 18 ist ein Ablaufdiagramm, welches die Funktionsweise des dritten Ausführungsbeispiels zeigt. Gemäß Fig. 17 weist ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem wie gemäß Fig. 13 die Rückhalte-Einrichtung RD', den Beschleunigungssensor DS' und den A/D-Umsetzer AD' auf. In diesem Ausführungsbeispiel sind ein erster Fast-Wavelet-Transformation-Prozessor WF1 bzw. ein zweiter Fast-Wavelet-Transformation-Prozessor WF2 bereitgestellt zum Transformieren des Ausgangssignals des A/D-Umsetzers AD' mittels der Wavelet-Funktion in den Wavelet-Koeffizienten. Jeder der Fast-Wavelet-Transformation-Prozessoren WF1, WF2 ist derart ausgebildet, daß das Ausgangssignal des A/D-Umsetzers AD' in Übereinstimmung mit der infiniten Impulsantwort in den Wavelet-Koeffizienten transformiert wird. Darüber hinaus ist ein Aktuator OM' derart ausgebildet, daß die Rückhalte-Einrichtung RD' aktiviert wird, wenn der durch jeden der Fast-Wavelet-Transformation-Prozessoren WF1', WF2' transformierte Wavelet-Koeffizient einen für jeden der Fast-Wavelet-Transformation-Prozessoren bereitgestellten Wert übersteigt.

Wie in Fig. 18 gezeigt, wird daher anstelle der Berechnung der Geschwindigkeitsänderung ΔV gemäß Fig. 14 eine zweite Fast-Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit dem IIR-System unter Verwendung der Gleichung (5) durchgeführt. D.h., in dem Fall, in dem der durch die erste Fast-Wavelet-Transformation erhaltene Wavelet-Koeffizient $F1'(a_1, b)$ einen zweiten vorbestimmten Wert $F'01$ übersteigt, oder der durch die zweite Fast-Wavelet-Transformation erhaltene Wavelet-Koeffizient $F2'(a_2, b)$ einen zweiten vorbestimmten Wert $F'02$ übersteigt, wird das Rückhaltesystem aktiviert. Der erste und der zweite vorbestimmte Wert müssen auf der Grundlage der Eigenschaften des Fahrzeugs vorab festgelegt werden. In diesem Fall wird mit der Ordnung 4 die Berechnung der Produktsumme 18mal ausgeführt, so daß die Berechnungszeit verkürzt wird, um den schnellen Ablauf zu ermöglichen. Obwohl die Fast-Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 18 zweimal ausgeführt wird, ist die Anzahl der Fast-Wavelet-Operationen nicht auf zwei Male beschränkt.

Gemäß den vorstehenden Ausführungsbeispielen wird es daher durch Verwenden der Wavelet-Transformation bei der Erfassung des auf das Fahrzeug wirkenden Stoßes möglich, eine zeitlich betrachtete Charakteristik des Beschleunigungssignals zu definieren und dessen signifikanten Diskontinuitäts- bzw. Unstetigkeitspunkt korrekt zu definieren. Mit der Ermittlung anhand der Geschwindigkeitsänderung kombiniert mit der Ermittlung durch den Wavelet-Koeffizienten wird die Komplexität der Durchführung der Wavelet-Transformation verringert, wenn der Aufprall erfaßt wird.

In dem Fall, in dem der Beschleunigungssensor 2 das Signal ausgibt, welches anzeigt, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit entgegen der Fahrzeuggeschwindigkeit-Abnahmerichtung zunimmt, wird die Geschwindigkeitsänderung ΔV in der Beschleunigungsrichtung gewichtet, so daß die Geschwindigkeitsänderung ΔV verringert wird. Demgemäß wird das Schwellenwertniveau zum Erfassen des Aufpralls im Vergleich zu der bekannten

Einrichtung abgesenkt, um die zum Ermitteln des Aufpralls erforderliche Zeitdauer zu verkürzen.

Darüber hinaus wird dann, wenn die Wavelet-Transformation auf das Ausgangssignal des Beschleunigungssensors 2, welches den Tiefpaßfilter LPF passiert hat, angewandt wird, die Streuung aufgrund der Variation der Abtastzeitdauer verringert, so daß die Erfassung des Aufpralls oder Stoßes im Hinblick auf eine hohe Leistungsfähigkeit verbessert wird. In dem Fall, in dem die Wavelet-Transformation in Übereinstimmung mit dem IIR-System durchgeführt wird, kann die Komplexität der Berechnung im Vergleich zu der Komplexität der Berechnung im Vergleich zu der Komplexität der Berechnung in Übereinstimmung mit dem FIR-System verringert werden.

Vorstehend wurde somit ein Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung zum Schutz eines Passagiers in einem Fahrzeug beschrieben. Das System umfaßt einen Beschleunigungssensor zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs, und einen Analog-Digital-Umsetzer zum Umsetzen eines Ausgangssignals des Beschleunigungssensors in ein die Beschleunigung des Fahrzeugs angegebendes digitales Signal. Ein Wavelet-Transformation-Prozessor transformiert das Ausgangssignal des Analog-Digital-Umsetzers mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten. Die Wavelet-Funktion wird auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem zeitlichen Verschiebeparameter verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt. Eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung legt eine erste Bedingung fest, wenn der durch den Wavelet-Transformation-Prozessor transformierte Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Wert übersteigt, und integriert das Ausgangssignal des Analog-Digital-Umsetzers über eine vorbestimmte Zeitdauer, um eine Geschwindigkeitsänderung bereitzustellen. Darüber hinaus legt ein Aktuator eine zweite Bedingung fest, wenn die durch die Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung bereitgestellte Geschwindigkeitsänderung ein vorbestimmtes Maß übersteigt. Der Aktuator betätigt die Rückhalte-Einrichtung, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung erfüllt ist. Die Wavelet-Transformation kann in Übereinstimmung mit der infiniten Impulsantwort durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung (RD) zum Schützen eines Passagiers in einem Fahrzeug, **gekennzeichnet durch:**

eine Beschleunigungserfassungseinrichtung (DS) zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs;
eine Analog-Digital-Umsetzeinrichtung (AD) zum Umsetzen eines Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung in ein die Beschleunigung wiedergebendes digitales Signal;
eine Wavelet-Transformationseinrichtung (WF) zum Transformieren eines Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten, wobei die Wavelet-Funktion auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem Verschiebeparameter, der eine Zeitlokalisierung angibt, verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt wird;
eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung (VC) zum Festlegen einer ersten Bedingung, wenn der durch die Wavelet-Transformationseinrichtung transformierte Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Wert übersteigt, und Integrieren des Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung für eine vorbestimmte Zeitdauer, um eine Geschwindigkeitsänderung bereitzustellen; und
eine Betätigungseinrichtung (OM) zum Festlegen einer zweiten Bedingung, wenn die durch die Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung bereitgestellte Geschwindigkeitsänderung ein vorbestimmtes Maß übersteigt, und Betätigen der Rückhalte-Einrichtung, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung erfüllt ist.

2. Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Gewichtungseinrichtung (WM) zum Gewichten des Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung, wenn die Beschleunigungserfassungseinrichtung ein Signal mit einer zu einem auf das Fahrzeug wirkenden Stoß entgegengesetzten Richtungskomponente erfaßt.

3. Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Filtereinrichtung zum Filtern des Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung, wobei die Wavelet-Transformationseinrichtung das Ausgangssignal der Filtereinrichtung in den Wavelet-Koeffizienten transformiert.

4. Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wavelet-Transformationseinrichtung das Ausgangssignal der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung in Übereinstimmung mit der finiten Impulsantwort in den Wavelet-Koeffizienten transformiert.

5. Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung (RD') zum Schützen eines Passagiers in einem Fahrzeug, gekennzeichnet durch:

eine Beschleunigungserfassungseinrichtung (DS') zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs;
eine Analog-Digital-Umsetzeinrichtung (AD') zum Umsetzen eines Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung in ein die Beschleunigung wiedergebendes digitales Signal;
eine Fast-Wavelet-Transformationseinrichtung (WF') zum Transformieren eines Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten, wobei die Wavelet-Funktion auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem Verschiebeparameter, der eine Zeitlokalisierung angibt, verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt wird, und wobei die Fast-Wavelet-Transformationseinrichtung das Ausgangssignal der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung in Übereinstimmung mit der infiniten Impulsantwort in den Wavelet-Koeffizienten transformiert;
eine Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung (VC) zum Festlegen einer ersten Bedingung,

wenn der durch die Fast-Wavelet-Transformationseinrichtung transformierte Wavelet-Koeffizient einen vorbestimmten Wert übersteigt, und Integrieren des Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung für eine vorbestimmte Zeitdauer, um eine Geschwindigkeitsänderung bereitzustellen; und eine Betätigungseinrichtung (OM') zum Festlegen einer zweiten Bedingung, wenn die durch die Geschwindigkeitsänderungsberechnungseinrichtung bereitgestellte Geschwindigkeitsänderung ein vorbestimmtes Maß übersteigt, und Betätigen der Rückhalte-Einrichtung, wenn sowohl die erste als auch die zweite Bedingung erfüllt ist. 5

6. Fahrzeugpassagier-Rückhaltesystem mit einer Rückhalte-Einrichtung (RD') zum Schützen eines Passagiers in einem Fahrzeug, gekennzeichnet durch:

eine Beschleunigungserfassungseinrichtung (DS') zum Erfassen einer Beschleunigung des Fahrzeugs; 10

eine Analog-Digital-Umsetzeinrichtung (AD') zum Umsetzen eines Ausgangssignals der Beschleunigungserfassungseinrichtung in ein die Beschleunigung wiedergebendes digitales Signal;

eine Vielzahl von Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen (WF1', WF2') zum Transformieren eines Ausgangssignals der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung mittels einer Wavelet-Funktion in einen Wavelet-Koeffizienten, wobei die Wavelet-Funktion auf der Grundlage einer zeitlich lokalisierten, in Abhängigkeit von einem Skalenparameter skalierten und in Abhängigkeit von einem Verschiebeparameter, der eine Zeitlokalisierung angibt, verschobenen Mutter-Wavelet-Funktion bereitgestellt wird, und wobei jede der Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen das Ausgangssignal der Analog-Digital-Umsetzeinrichtung in Übereinstimmung mit der infiniten Impulsantwort in den Wavelet-Koeffizienten transformiert; und 15

eine Betätigungseinrichtung (OM') zum Betätigen der Rückhalte-Einrichtung, wenn der durch jede der Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen transformierte Wavelet-Koeffizient einen für jede der Fast-Wavelet-Transformationseinrichtungen bereitgestellten, vorbestimmten Wert übersteigt. 20

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

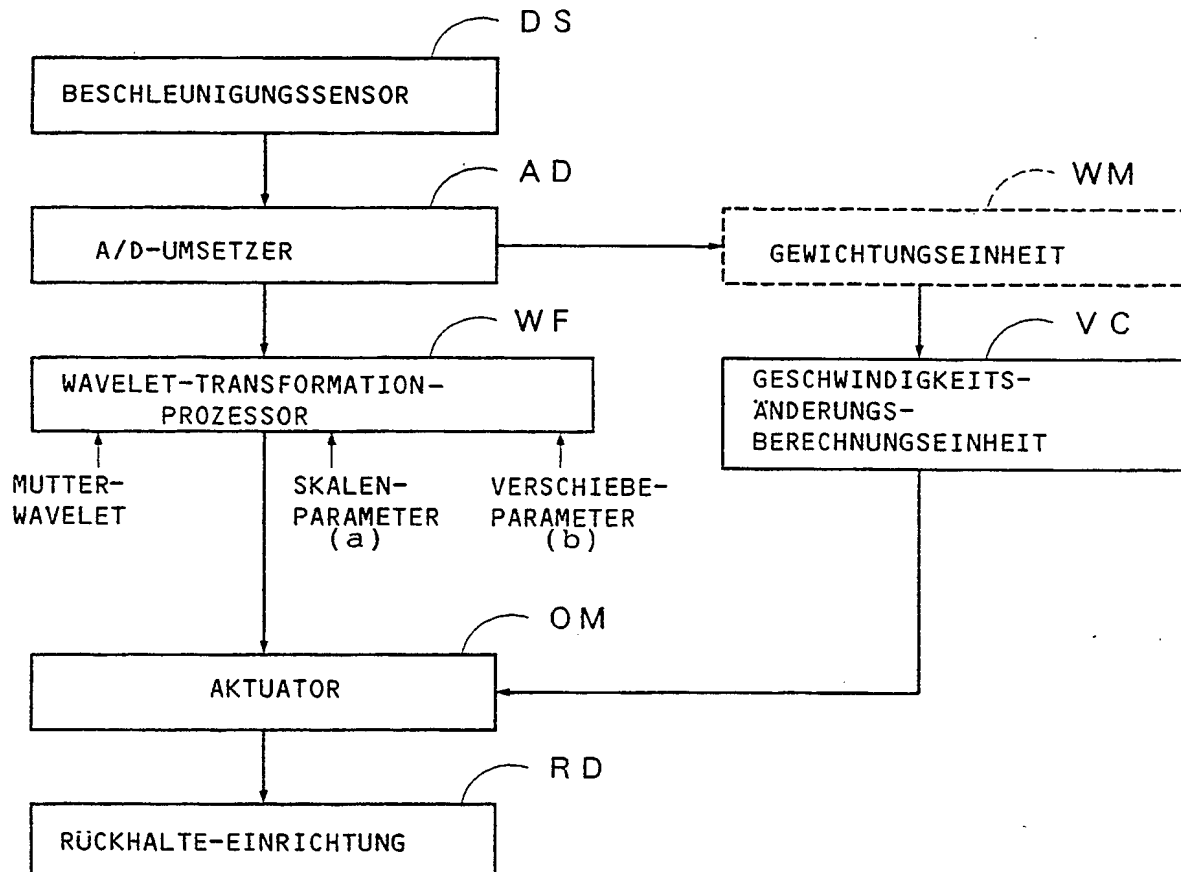


FIG. 2

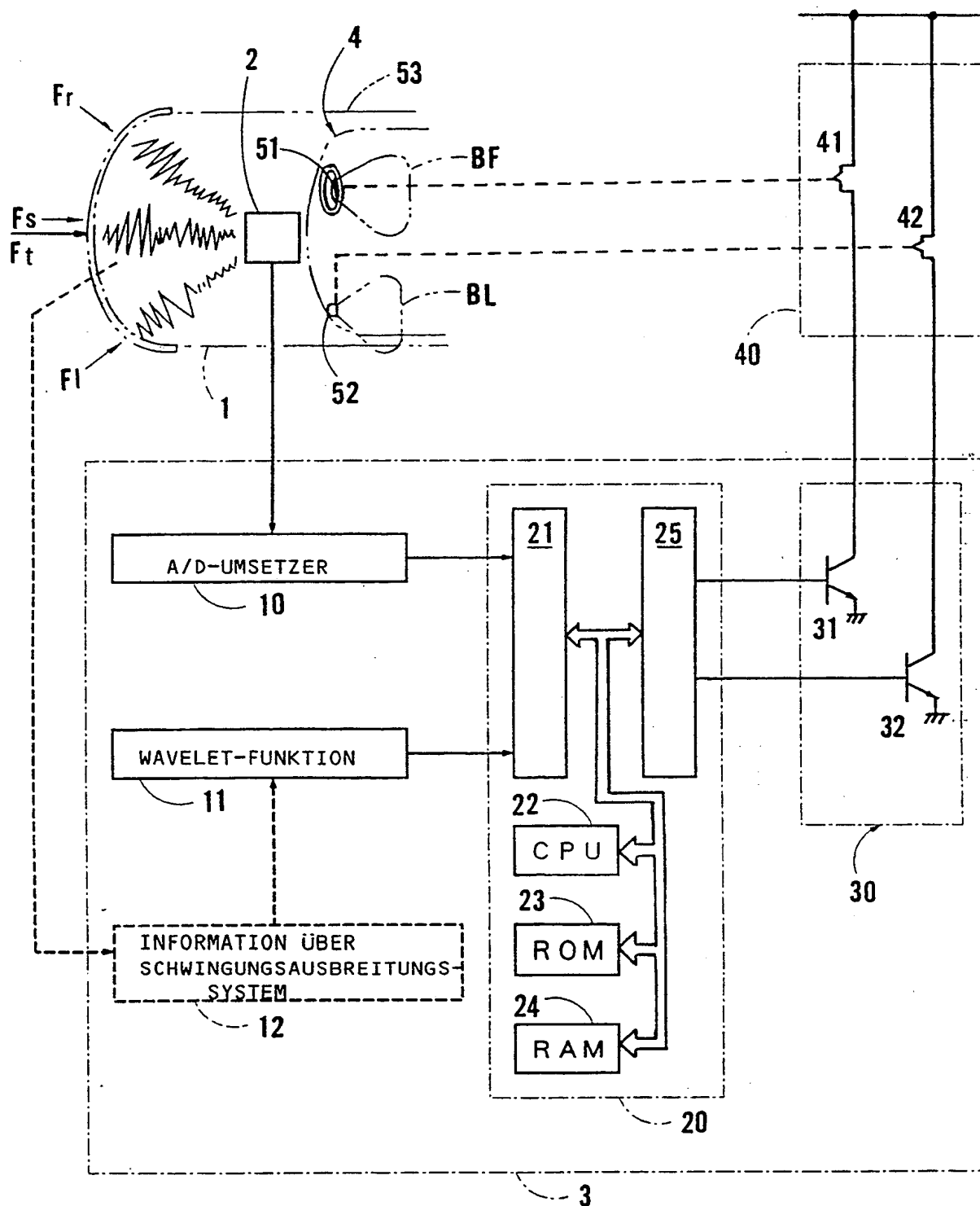


FIG. 3

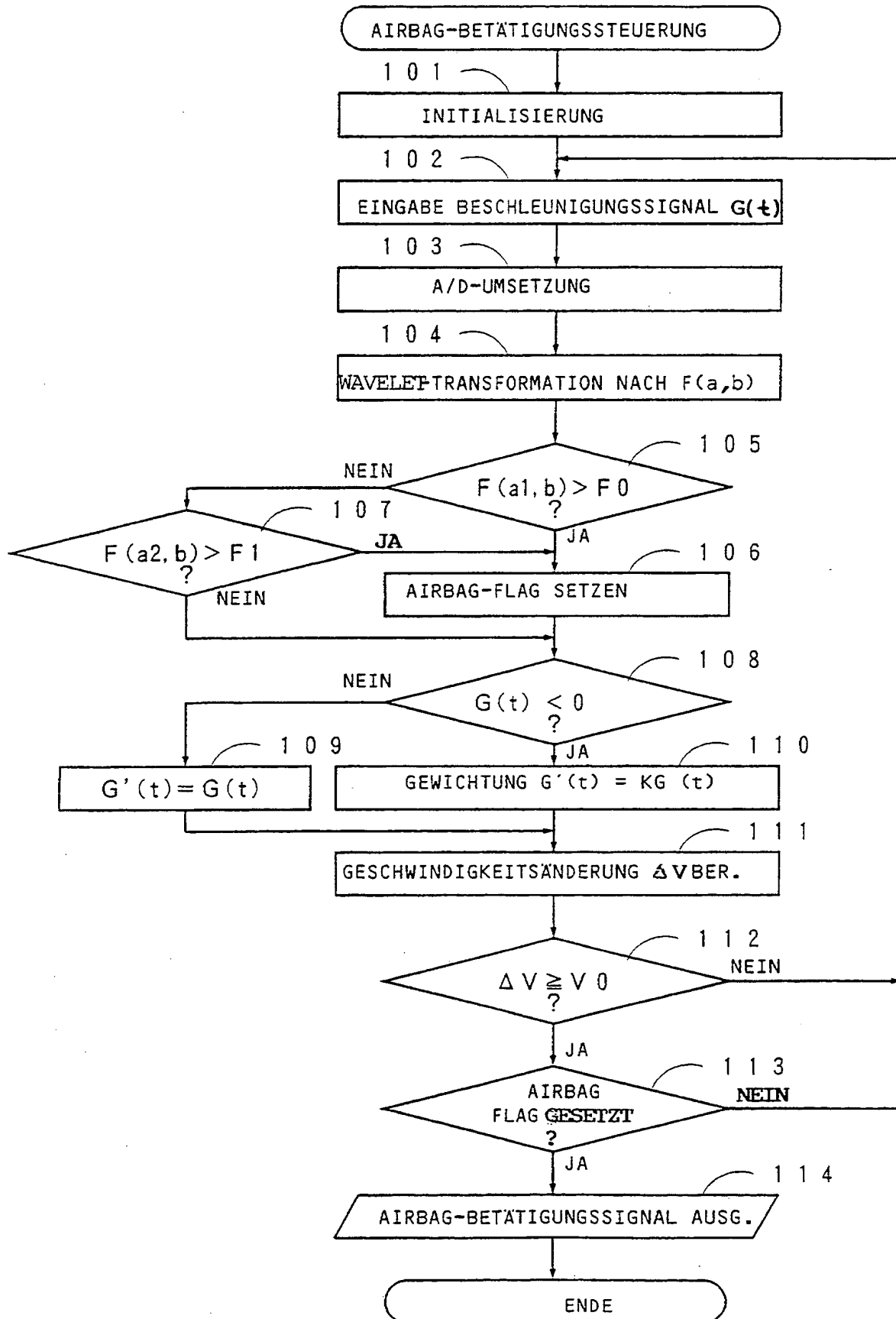


FIG. 4

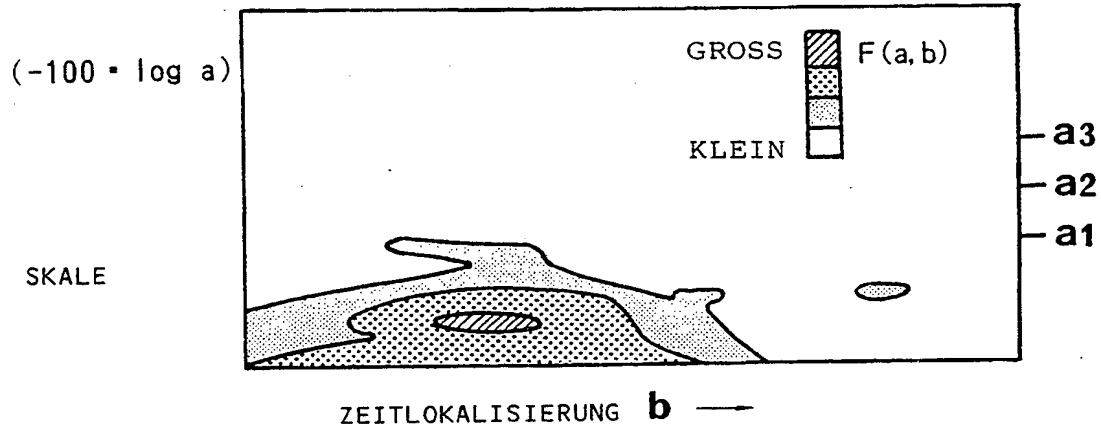


FIG. 5

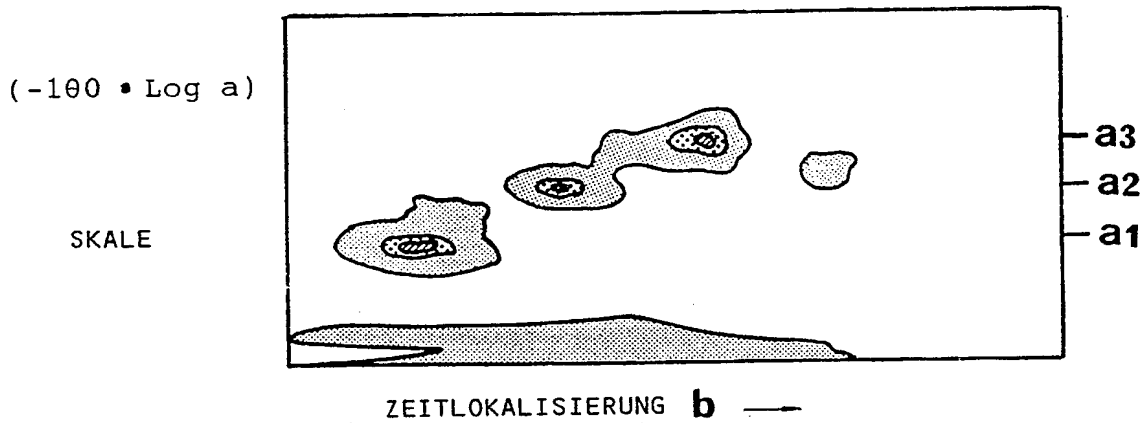


FIG. 6

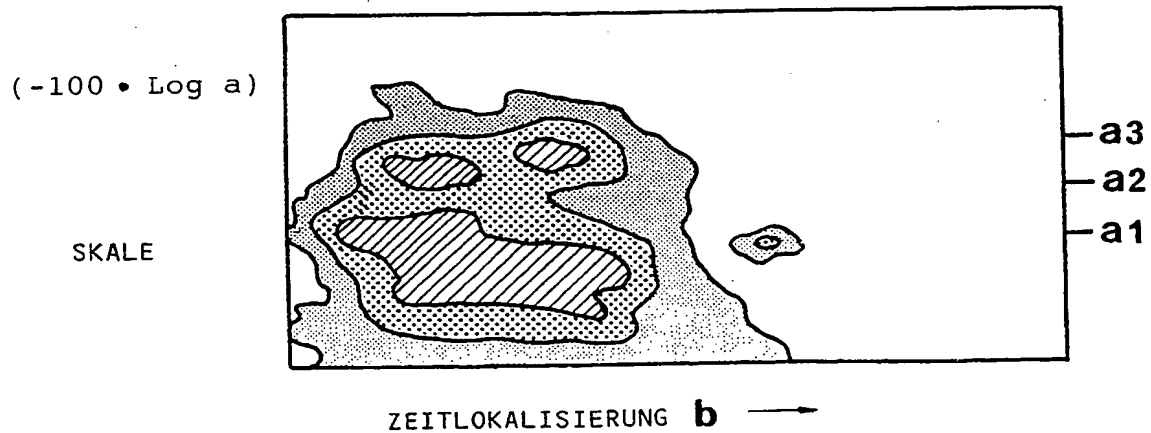


FIG. 7

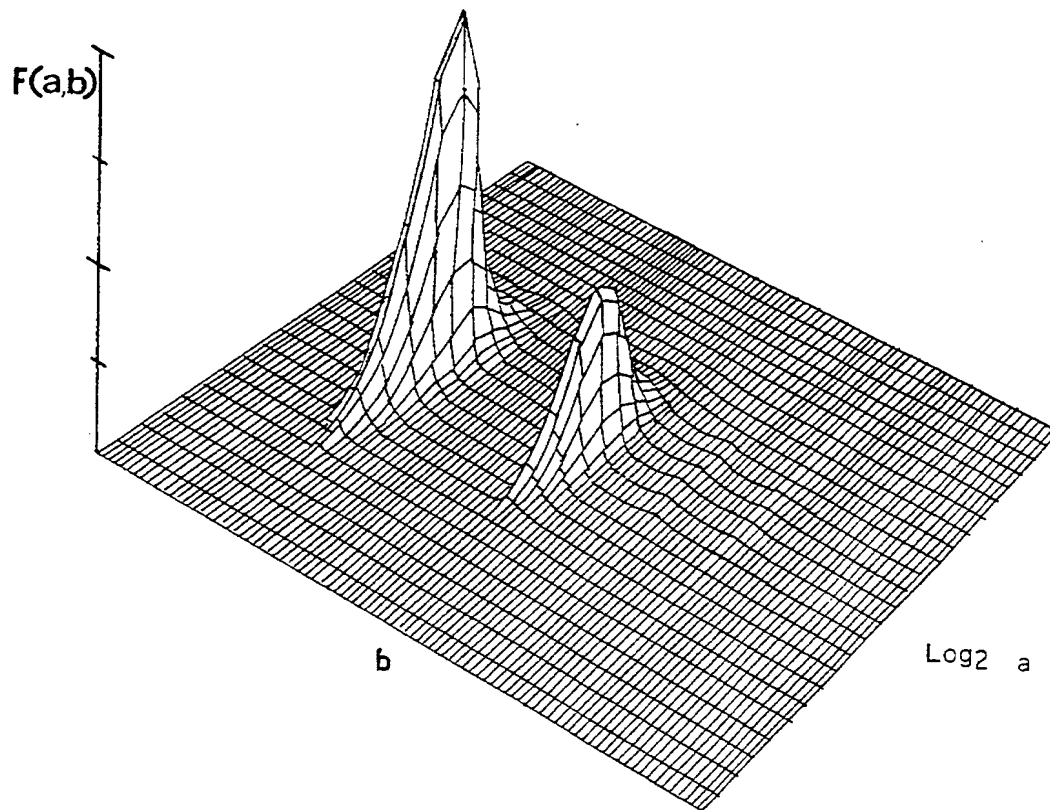


FIG. 8

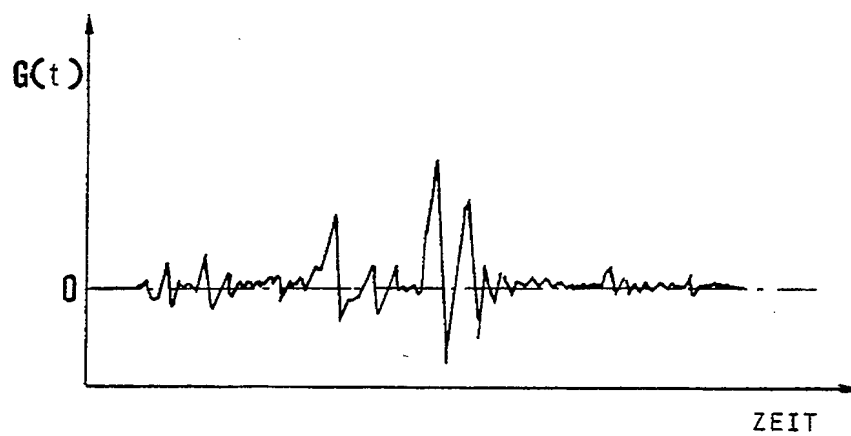


FIG. 9

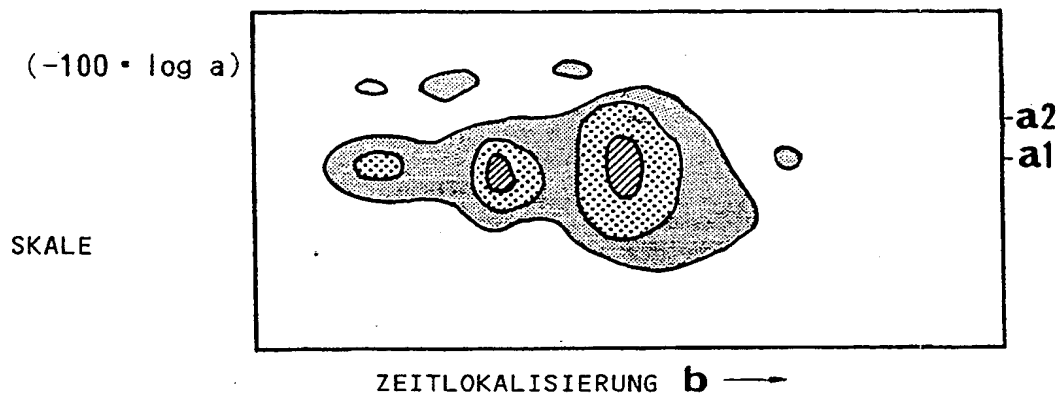


FIG. 10

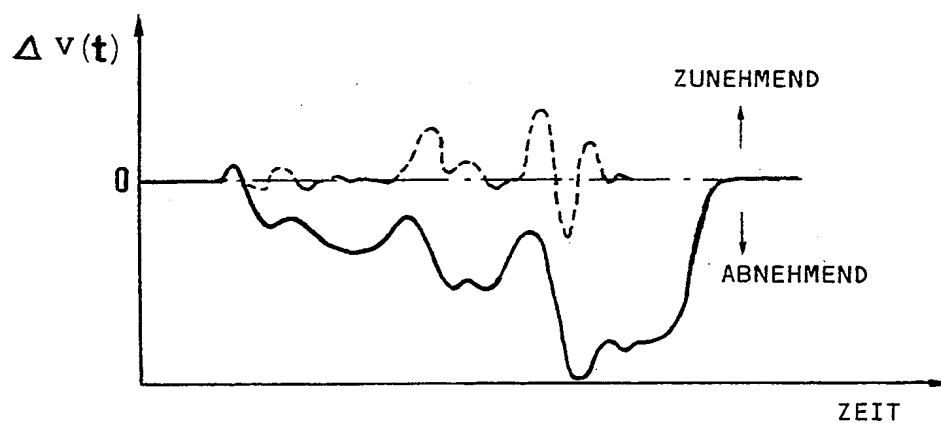


FIG. 11

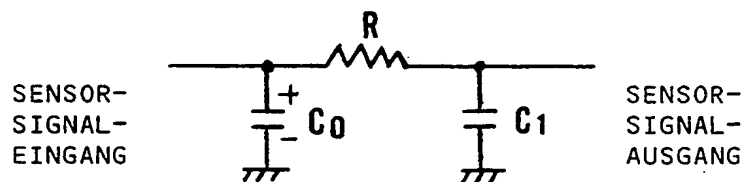


FIG. 12A

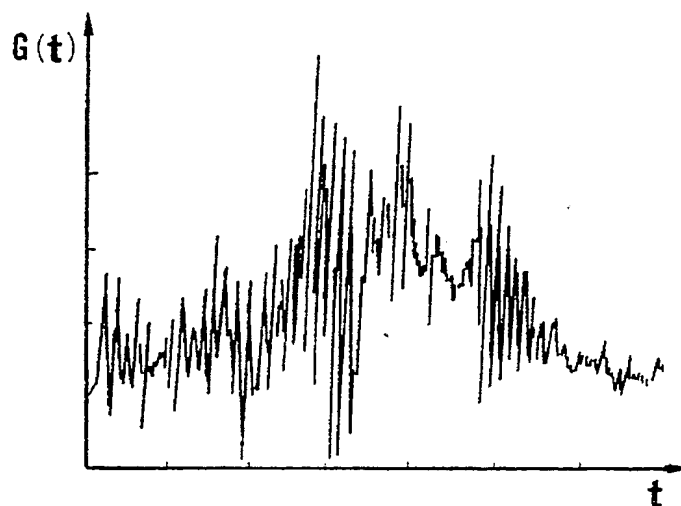


FIG. 12B

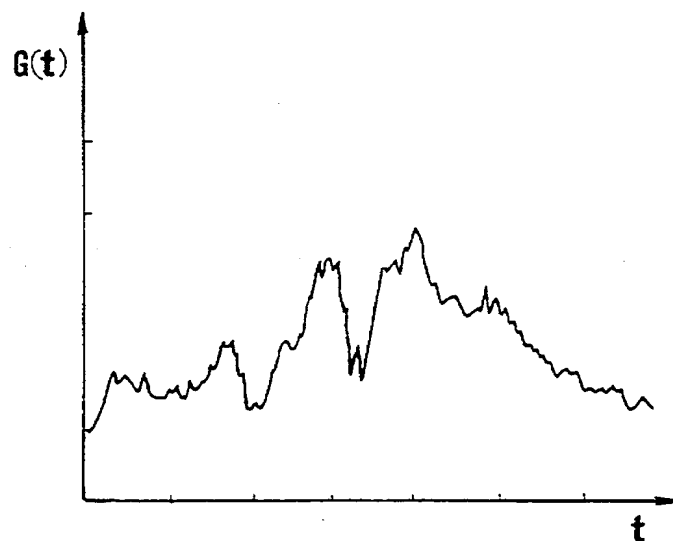


FIG. 13

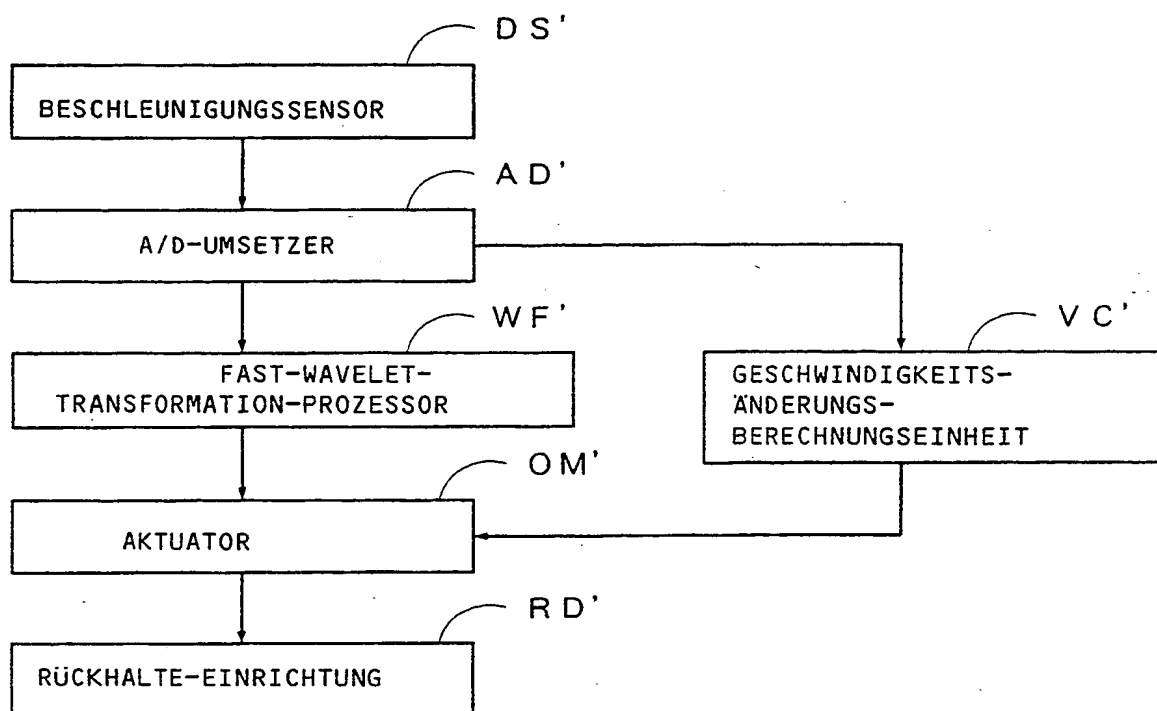


FIG. 14

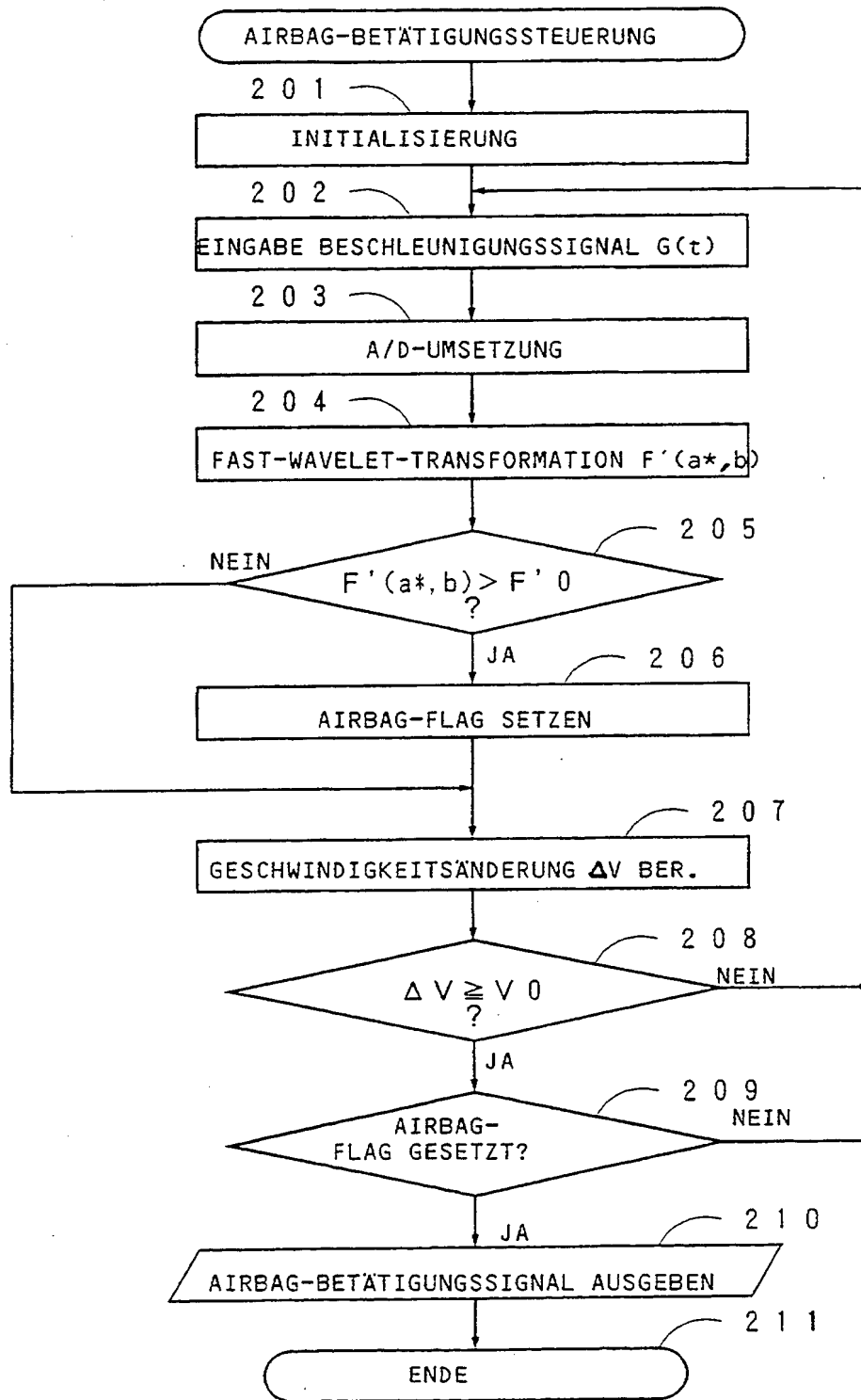


FIG. 15

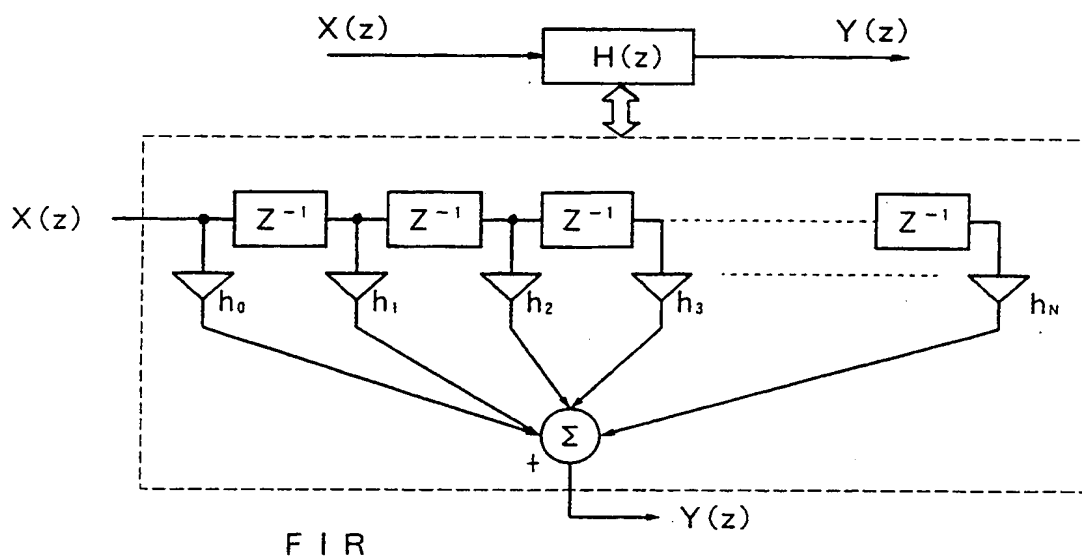


FIG. 16

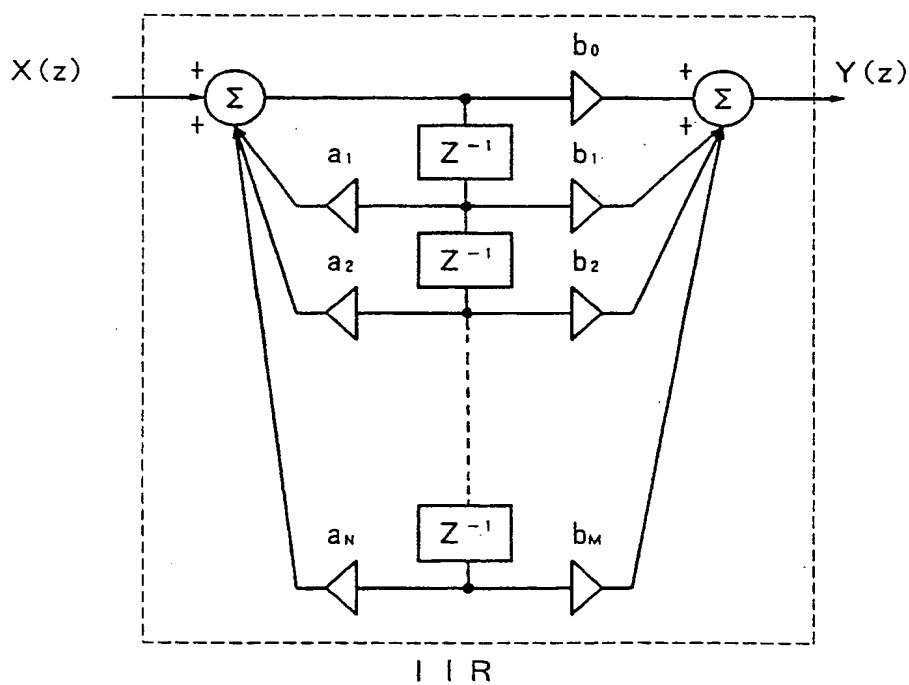


FIG. 17

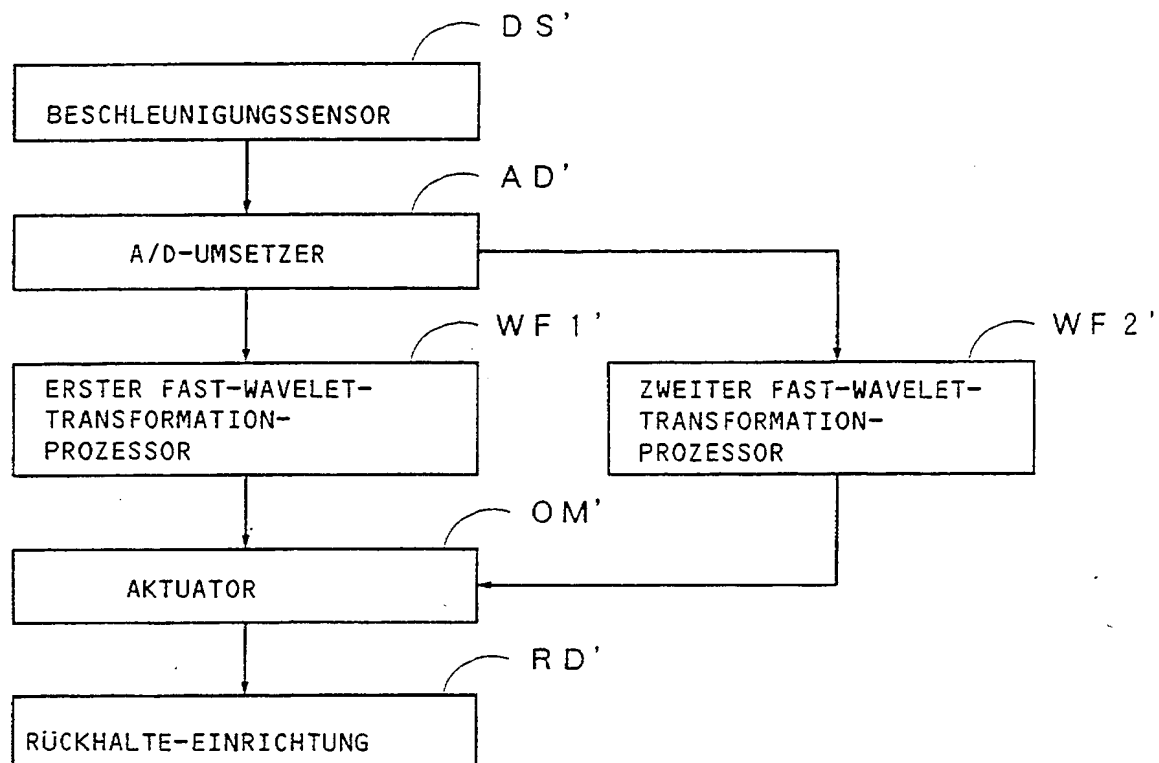


FIG. 18

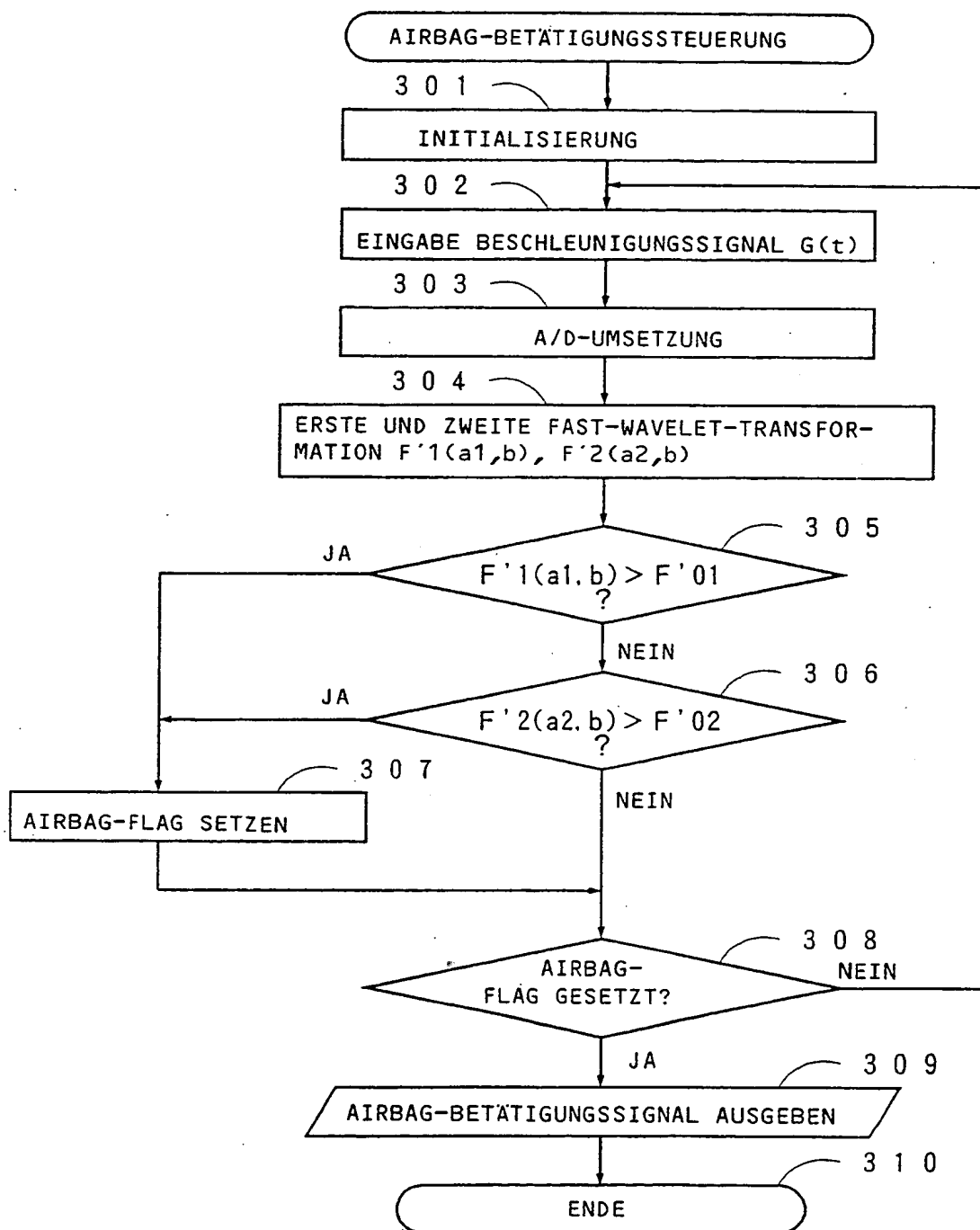


FIG. 19

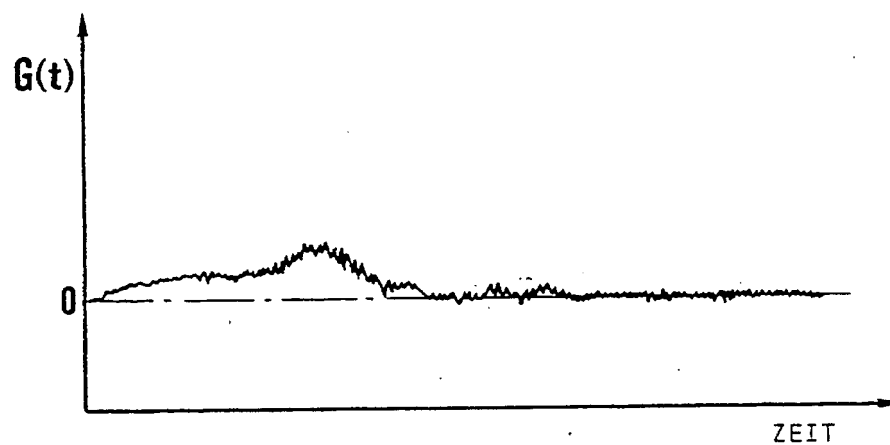


FIG. 20

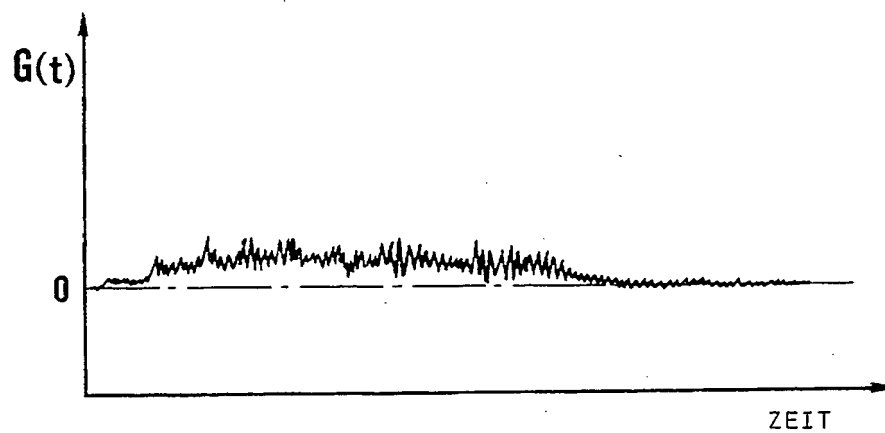


FIG. 21

